

일본공개특허공보 평 13-133418호(2001.05.18) 1부.

[첨부그림 1]

(10) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-133418

(P2001-133418A)

(43) 公開日 平成13年5月18日 (2001.5.18)

(51) Int. Cl.	優先番号	F I	特許 (参考)
G 0 1 N 21/068		G 0 1 N 21/068	A
G 0 1 B 11/24		G 0 1 B 15/00	B
15/00		G 0 1 N 13/10	E
G 0 1 N 13/10		G 0 6 T 1/00	3 0 5 A
G 0 6 T 1/00	3 0 5	7/00	2 0 0 C

審査請求 未請求 請求項の段10 O L (全 10 式) 最終式に続く

(21) 出願番号 特願2000-234951(P2000-234951)

(22) 出願日 平成12年8月2日 (2000.8.2)

(31) 優先権主張番号 09/365583

(32) 優先日 平成11年8月2日 (1999.8.2)

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 501381519

シュルンベルジェ テクノロジーズ イン

コーポレーション

アメリカ合衆国 カリフォルニア州

95134-2302 サンホセ, バイテク フ

ライプ 160

(72) 発明者 ハミッド ケイ. アガジャン

アメリカ合衆国 カリフォルニア州

94303 バロ アルト, ウェスト ペイン

ロア 2452, ナンバー 7

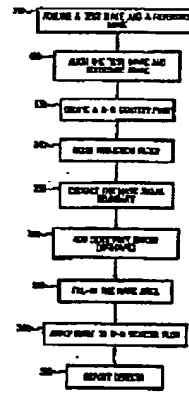
(74) 代理人 100065318

弁理士 内原 百

(54) 【発明の名称】 形状特種に基づく欠陥検出の方法及び装置

【課題】 半導体 ICデバイスの欠陥の検出において、同様の欠陥の検出を最小化するとともに、異なる欠陥の検出を可能にする。

【解決方法】 選択画像からの画像のグレーレベルを、平面像からの対応画像のグレーレベルと対応させてプロットすることにより、二次元分散プロットを作成する。その分散プロットに適合性フィルタ処理を適用して、マスク生成用に抽出可能であり、検出可能なマスク形状を区画する。選択画像上の欠陥画像を、互いに対応する平面グレーレベル値と上記マスクとの比較により特定する。この発明の主要な用途は半導体 ICデバイス中の半導体ウェーハ欠陥の検出である。



[첨부그림 2]

【특許請求의範圍】

【請求項 1】 欠陥を検出する方法であって、(a) 検査対象の物体の第 1 の画像およびそれと隣接する第 2 の画像を生成する過程と、(b) 前記第 1 の画像を前記第 2 の画像と位置合わせする過程と、(c) 前記第 1 の画像からの画像のグレーレベルを前記第 2 の画像からの対応の画像のグレーレベルと対応させてプロットすることにより第 1 のプロットを作成する過程と、(d) 前記第 1 のプロットをフィルタ処理することにより第 2 のプロットを作成する過程と、(e) 前記第 2 のプロットの形状により区画された領域を有するマスクを作成する過程と、(f) 前記第 1 の画像に区画された欠陥を検出するように前記マスクを用いる過程とを含む方法。

【請求項 2】 形迹フィルタを用いてフィルタ処理を行う請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】 前記マスクの範囲がユーザにより調節可能である請求項 1 記載の方法。

【請求項 4】 前記マスクの前記領域の円滑化のために移動平均フィルタを用いる過程をさらに含む請求項 1 記載の方法。

【請求項 5】 前記第 2 の画像をデータベースから得る請求項 1 記載の方法。

【請求項 6】 前記過程(c)および(d)のプロットをコンピュータに読み出し可能な媒体に格納する過程をさらに含む請求項 1 記載の方法。

【請求項 7】 請求項 1 記載の方法の実行のためのプログラムを格納したコンピュータに読み出し可能な媒体。

【請求項 8】 コンピュータに読み出し可能な媒体であって、

位置座標およびグレーレベルで与えられる複数の画像を各々が有する第 1 の画像およびそれと隣接する第 2 の画像を有するデータを含む複数の記憶位置と、

前記第 1 の画像からの画像のグレーレベルの前記第 2 の画像からの対応の画像のグレーレベルに対するプロットをフィルタ処理することにより作成したマスクを区画するデータを格納した複数の記憶位置を有するアレとを含むコンピュータに読み出し可能な媒体。

【請求項 9】 前記フィルタ処理を形迹フィルタの利用により行う請求項 8 記載の方法。

【請求項 10】 前記第 1 の画像からの画像のグレーレベルの前記第 2 の画像からの画像のグレーレベルに対するプロットを円滑化するように移動平均アルゴリズムを用いる請求項 8 記載の方法。

【発明의 効果】

【発明の要する技術分野】 本発明は概略的にはデジタル画像処理に関し、とくに画像比較技術を用いて半導体装置中の欠陥を検出するシステムおよび方法に関する。

【0002】

【発明が解決しようとする課題】 半導体ウェハ中の欠

陥の検出には画像比較技術が用いられる。通常は検査画像を取り込み、それを基準画像と比較する。これら二つの画像の間の差の検出およびそれらに基づいて実際の欠陥の判定のために欠陥検出アルゴリズムを用いる。いわゆるランダム検査モードでは、第 1 のダイの画像を取り込み、次に同一ウェハ中の第 2 のダイの画像と比較する。アレ検査モードも同様に動作が通すが、ダイの一区画を同じダイの中で同一側面を有するもう一つの区画と比較する点がランダム検査モードと異なる。アレ検査モードは例えばメモリセルなど同一パターン反復構造のデバイスの検査に用いる。検査対象のウェハからの複数の画像を比較する代わりに、取り込んだ検査画像をデータベースからの既知の無欠陥基準画像と比較して欠陥を検出することもできる。

【0003】 図 1 は従来技術における欠陥検出方法を図解する。分析対象のウェハの形状特徴の検査画像および基準画像をそのウェハの互いに異なる区画から例えば慣用の電子ビーム画像化技術を用いて取り込む(ステップ 110)。各画像は、その画像の中における位置および輝度またはグレーレベルで与えられる複数の画素から成る。画像処理におけるグレーレベルの利用はこの技術分野において周知であり、R. C. Gonzalez および R. E. Woods 共著「デジタル画像処理」(Addison-Wesley 社 1992 年刊)の例えは第 9 章乃至第 7 頁に記載されている。その記述をここに引用してその内容全部をこの明細書に組み入れる。次に、上記二つの画像を画素ごとに位置合わせして検査画像の中の形状特徴と基準画像の中の対応の形状特徴とを照合できるようにする(ステップ 120)。次に、これら二つの画像のグレーレベルを減算することによって差分画像を発生する(ステップ 130)。互いに等しいグレーレベルを有する画素の画素は図 1 により等となるので上記差分画像が基準画像と検査画像との間の画素グレーレベル偏差を表す。この差分画像の中の各画素のグレーレベルを計測し正規化したもの、図 2 の曲線 200 となる元ヒストグラムにプロットする(ステップ 140)。ヒストグラム 200 は上記差分画像の中で特定のグレーレベルを有する画素の数をプロットしたものである。例えば、ヒストグラム 200 はグレーレベル 50 の画素が上記差分画像の中に 20,000 個あることを示す。

【0004】 上記二つの画像に欠陥がない場合でも検査画像の一つの画素が基準画像の中の対応画素と同じでないことがあり得る。例えば、物理的層構造の粗さや、画像取り込み電子回路および信号経路における雑音や、同一画像中でグレーレベルの値に応じて変動する遅延などにより輝度変動が生じるからである。すなわち、上記差分画像の中の画素は欠陥の存在を示すとは限らない。この類似欠陥を実際の欠陥から区別するために、差分画像の各画素を閾値と比較する(図 1、ステップ 150)。閾値を定めたグレーレベルを有する画素は欠陥

[첨부그림 3]

의欠缺と判定する。例えば、階位値が50であって第2面画像の中の画素のグレーレベルが50である場合(すなわち、被検面画のグレーレベルと基準面画のグレーレベルとの差が0単位である場合)は、その画素は欠陥であると判定する(図1、ステップ150)。次に操作者は次の処理段階でダイを磨削する前にこの欠陥事象がダイの実際の欠陥を示すものであることを確認するために検証する。

【0005】与えられた被検面画について製造の段階を見出すことは重要であるが正確なタスクである。階位値は、階位欠陥を識別しながら実際の欠陥を検出するように調整しなければならない。階位値がほぼ多くの階位欠陥が検出される。階位欠陥は、各欠陥事象につき検出が必須となるので、製造段階に悪影響を及ぼす。一方、階位値を広くすると、階位欠陥事象は漏るものの実際の欠陥が検出されないままになる可能性が高まる。

【0006】したがって、階位欠陥検出を最小に抑えながら実際の欠陥を確実に検出できる欠陥検出方法が必要になっている。

【0007】課題を解決するための手段 この発明の一つの実施例においては、第1の面画と第2の面画とを取り込んで位置合わせする。その第1の面画からの画素のグレーレベルを第2の面画からの対応の画素のグレーレベルと対応させてプロットすることにより第1の二次元分画プロットを作成する。次に、この第1の分画プロットのデータ点をフィルタ処理することにより第2の二次元分画プロットを作成する。この第2の分画プロットにマスクの形状のために抽出可能なマスク形状を生ずる。上記第1および第2の面画からの対応面画のグレーレベルを上記マスクと比較することにより欠陥を特定する。

【0008】**【発明の実施の形態】** この発明は解析対象の一方の面画に面画階位比較手法を適用することにより、上述の従来の階位欠陥検出方法の問題点を解消する。上述の面画に対して特定の階位比較を適用する従来の技術の方法と対照的に、この発明の方法は面画対の各々に対応した階位マスクを用いる。この説明は、電子ビーム比較検査システム、高解像フィールド比較検査システム、低解像フィールド比較検査システム、レーザ比較検査システム、原子顕微鏡(AFM)比較検査システムなど多様な面画形成用装置に用いることができる。

【0009】図3はこの発明の実施例の方法の各ステップのフロー図である。ステップ10において、例えば半導体装置の被検面画と基準面画とを用いる面画取込み技術を用いて取り込む。この面画取込みは、この出願と同一出願人名の特許出願である特許2000-002020「パターン形成するための半導体基板上における欠陥の検出」(平成12年1月7日提出)に記載した歩進式の面画取込みシステムを用いて達成することもでき、同出願

をここに参照してその記載内容全部をこの明細書に組み入れる。

【0010】ステップ20において、上記被検面画および基準面画を位置合わせしてこれら両面画の間の対応画素比較を遂行できるようにする。この出願と同一出願人名の特許出願である特許2000-002018「形状特徴に基づく欠陥検出方法および装置」(平成12年1月7日提出)に記載した技術を含む多様な位置合わせ手法をこの発明と組み合わせる用いることができ、同出願をここに参照してその記載内容全部をこの明細書に組み入れる。被検面画の中の形状特徴すべてを基準面画の中の各対応形状特徴と確実に比較できるようにするために上記位置合わせステップすなわちアライメントステップが必要である。

【0011】ステップ30を参照4A乃至図4Cにさらに詳細に図解する。図4Aは面画411-416を含む被検面画410を示す。これら面画の各々は面画上の位置とグレーレベルとによって定義される。例えば、面画413は $i=10$ 、 $j=30$ (すなわち(10,30))の位置にある。面画413のグレーレベルはこの図解では50としてある。表1は被検面画410の上記面画の各々についての座標位置およびグレーレベルを示し、表2は基準面画420の面画421-426の各々についての座標位置およびグレーレベルを示す。

面 画	位 置 (i, j)	グ レー レベル
411	(10, 10)	100
412	(10, 20)	150
413	(10, 30)	50
414	(20, 30)	180
415	(20, 20)	200
416	(20, 10)	250

面 画	位 置	グ レー レベル
421	(10, 10)	100
422	(10, 20)	150
423	(10, 30)	20
424	(20, 30)	150
425	(20, 20)	100
426	(20, 10)	0

図4Cは被検面画410と基準面画420との位置合わせを図解する。位置合わせした面画位置431は面画411および421を含み、位置合わせした面画位置432は面画412および422を含み、以下同様となる。

【0012】基準面画と被検面画とを位置合わせすると、両面画間の画素対画素対応が図知となる。被検面画からの一つの画素のグレーレベルを基準面画の中の対応の画素のグレーレベルと対応させて位置合わせするの各画素位置につきプロットすることによって、二次元(2D)分画プロットを作成する(図3、ステップ30)

[첨부그림 4]

0) . 図 4 C を例として用いて述べると、面番 411 のグレーレベルを面番 421 のグレーレベルに対応させてプロットし、面番 412 のグレーレベルを面番 422 のグレーレベルに対応させてプロットし、以下同様とする。

る。位置 431-436 についてステップ 330 を実行すると図 9 に示すデータが得られる。その結果得られた二次元分散プロット 500 を図 5 に示す。

位置 番号	面番		座標 (x, y, z)
	位置合わせ した面番位置	基準面番 グレーレベル	
431	100	100	(100, 100)
432	150	150	(150, 150)
433	50	50	(50, 50)
434	180	150	(180, 150)
435	200	100	(200, 100)
436	250	0	(250, 0)

表 3 は位置合わせ済みの面番位置 434、435 および 436 が多様なグレーレベルを呈し、したがって欠陥の存在を示していることを表す。一方、位置合わせ済みの面番位置 431、432 および 433 は、これら位置における検出面番および基準面番のグレーレベルが等しいので、欠陥ではない。分散プロット 500 (図 5) は欠陥の存在に関する情報をもたらす。互いに等しいグレーレベルの位置合わせ済み面番位置はすべて分散プロット 500 において仮想面番 501 により表示できる。仮想面番 501 の勾配は、検出面番面番のグレーレベルが検出面番中の対応面番のグレーレベルに等しいので +1 である。プロットされる位置が仮想面番 501 から離れるほどグレーレベルの傾斜が大きくなり、その位置に欠陥が

存在する確率が高まる。分散プロット 500 において、位置 434、435 および 436 は仮想面番 501 沿いになく欠陥の存在を示している。この図表においては、二次元 (2D) 分散データ点の座標を面番位置座標 (i, j) から区別するために (x, y, z) で表示する。例えば、位置合わせ済み面番位置 435 は位置 (200, 100) の 2D 分散プロットデータ点として定義する。

(0010) 二次元分散プロットをコンピュータプログラムで実装化する類似符号を下に示す。この類似符号ではグレーレベル値はメモリアレー変数 (分散) でプロットされる。

```

/* PSEUDO CODE FOR CREATING A 2D SCATTER PLOT */
Acquire Reference Image;
Acquire Test Image;
Align Test Image to Reference Image;
Create A 256x256 Image named Scatter;
Initialize Scatter to 0;

Do for i = 1 to NumRows
  Do for j = 1 to NumCols
    p1 = Reference(i,j);
    p2 = Test(i,j);
    Scatter(p1,p2) = 1;
  }
}
Plot Scatter as an Image;
/* END OF PSEUDO CODE */

```

上述の 2D 分散プロットはこの出願と同一出願人名義の米国特許出願第 09/365,317 号「欠陥検出のための二次元分散プロット手法」にも記載しているため、同出願をここに引用してその内容全体をこの明細書に組み入れる。

(0014) 図 5乃至図 8 は図 2 に示した実施例のステップ 310、320 および 330 の要約図解である。図 6 は欠陥 601 を含むウェーハから使用の手法で取り込んだ検出面番 600 である。基準面番 700 (図 7) を

取り込んだ検出面番 600 と位置合わせする。検出面番からの面番グレーレベルと基準面番の対応面番のグレーレベルと対応させてプロットすることにより、2D 分散プロット 800 (図 8) を作成する。この分散プロットは手計算で作成でき、またプログラムしたコンピュータを用いても作成できる。分散プロット 800 のデータ点を彩色背景の中の白い点で示す。図示の面番 801 は検出面番面番と基準面番面番とが同じである位置合わせ済み面番位置を示す。例えば、検出面番 600 が

[첨부그림 5]

영상을 700と同じである場合は、分散プロット800のデータ点をすべて直線801上にある。

【0015】分散プロット800は、被検画像および参照画像の中の大抵801の画像も入れた全画像についてのグレースケール階層を含む。上述のとおり、データ点の位置が直線801から遠いほどそのデータ点が欠陥の存在を示している確度が低い。この説明の方法は、この情報を利用して、欠陥画像と被検画像との区別のために分散プロット800に置けるマスクを形成する。このマスクを外れたデータ点は欠陥事後と判定する。

【0016】このマスクの描きまたは境界を見出すために、分散プロット800のデータ点に適合性フィルタ処理を適用する(図3, ステップ340)。この適合性フィルタは、例えば形態学フィルタなど多様な種類の適合性フィルタで構成できる。形態学フィルタはこの技術分野で周知であり、S. Janne 著「ディジタル画像処理の概念、アルゴリズムおよび科学的応用」(Springer Verlag 社1991年刊)第11章およびR. C. Gonzalez および R. E. Woods 共著「ディジタル画像処理」(Addison-Wesley 社1982年刊)第8章にも記載されているのでこれらを利用してその内容全部をこの明細書に組み入れる。

形態学フィルタ処理はマスク形状を画するように分散プロット800のデータ点を「圧縮」し「浄化」する。図9Aに示した20分散プロット950は分散プロット800に形態学フィルタ処理を適用した結果である。この分散プロット950はマスク形状900を示す。

【0017】境界抽出はマスク形状の境界データ点の各々の位置を記憶するデータ処理である(図3, ステップ350)。マスク形状900の境界抽出のための一つのアルゴリズムは次のとおりである。

マスク形状抽出アルゴリズム

(a1) 図9Bに示すとおり、分散プロット950の左上角から右下角に延びる直線901を描く。

(a2) 直線901から境界点までの垂直距離の測をたどる二つのアレーを作成する。それらアレーの片方を「上側」と表示する。「上側」アレーは直線901の上側(すなわち矢印902で示した領域)の境界点の上記垂直距離の測をたどるのに用いる。上記アレーの他方、すなわち「下側」アレーは直線901の下側(すなわち矢印903で示した領域)の境界点の上記垂直距離の測をたどるのに用いる。垂直距離の測を直線901から境界点905に延びる直線904の長さとして図9Bに示してある。もう一つの垂直距離の測を直線901から境界点907に延びる直線908の長さとして図示してある。

(a3) 「上側」および「下側」アレーの構成要素全部を論理0に初期化する。

(a4) 分散プロット950上の座標位置 $(x, y, gray)$ の各々についてその座標にデータ点があるか否かをチェックする。データ点がある場合は下記

ステップ(a5)乃至(a9)に進み、ない場合は分散プロット上の次の位置に動く。図9, 図9Aおよび図9Bにおいて、データ点は時色背景に白い点で示してある(すなわち、データ点または論理1の点は白い点で示し、データなしの点または論理0の点は黒い点で示してある)。すなわち、図9Bの暗色の部分はデータ点を含んでいないので黒化する。

(a5) 分散プロット位置がデータ点を有する場合は直線901からの垂直距離 D_{over} を測る。また、このデータ点の一次元(1D)距離プロフィール沿いの位置 $R_{profile}$ を算出する。一次元(1D)距離プロフィールについてはさらに後述する。 $R_{profile}$ は $R_{profile} = (gray + rgray) / 2$ (式1) で算出できる。

(a6) 座標 $(x, y, rgray)$ が直線901の上側にある場合は D_{over} は正の値とし、下側にある場合は負の値とする。

(a7) D_{over} が「上側」アレーの要素 $R_{profile}$ に画像中の上記垂直距離よりも大きい場合は「上側」アレーの要素 $R_{profile}$ に D_{over} を書き換える。

(a8) D_{over} が「下側」アレーの要素 $R_{profile}$ に画像中の上記垂直距離よりも小さい場合は「下側」アレーの要素 $R_{profile}$ に D_{over} を書き換える。

(a9) 上記ステップをデータ点全部について繰り返す。
【0018】上述のマスク形状抽出アルゴリズムの実行後には「上側」および「下側」アレーはマスク形状境界点の垂直距離を含む。これら垂直距離の値および対応の $R_{profile}$ を図10Aに示した1D距離プロフィールの作成に用いる。曲線1010は「上側」アレーの要素 $R_{profile}$ に書換した垂直距離のグラフであり、曲線1020は「下側」アレーについての同様のグラフである。この抽出したマスク形状の情報をさらに明確にするために、例えば、移動平均アルゴリズムを用いて距離プロフィール1000をさらに平滑化することもできる。移動平均アルゴリズムはA.V. Oppenheim および R. E. Schaffer 共著「離散的時信号処理」(Prentice-Hall 社1989年刊)に記載されていて周知であるので、図文図を参照してその内容全部をこの明細書に組み入れる。図10Bに示した距離プロフィール2000は上述の距離プロフィール1000に移動平均アルゴリズムを適用した結果得られたものである。曲線1030および1040はそれぞれ曲線1010および1020の移動平均である。

【0019】ユーザがマスクの範囲を変更できるようにするために、抽出したマスク形状に膨張マージンを用いることもできる(図3, ステップ360)。ユーザの選択した膨張の値を抽出マスク形状の計測またはオフセットに用いることもできる。図10Cの曲線1050は

[첨부그림 6]

曲線 1030의 각 점에 해당값 *value*을 추가한 결과를 표시. 곡線 1050는 곡線 1040의 각 점から *value*을 추가한 결과를 표시.

【0020】抽出したマスク形状の境界内の座標点をすべてに挿入することによってマスク参照用テーブルを作成する(図3, ステップ370)。抽出したマスク形状の座標のためのアルゴリズムを図28の分散プロット950を用いて図解する。

マスク形状抽出アルゴリズム

(b1) 二次元分散プロット *Mscatter*を作成する. *Mscatter*のすべてのデータを値1に設定する.

(b2) 分散プロット950の位置 (*icray*, *rcray*) の各々につき上記の式1を用いて *Rprofile*を算出し、垂直距離 *Depth*を得る.

(b3) 図108に示した距離プロファイル2000(距離マージンを用いた場合は図100に示した距離プロファイル)に *Rprofile*および *Depth*をプロットする. *R* (*Rprofile*, *Depth*)が曲線1030および1040に囲まれている場合は *Mscatter*の位置 (*icray*, *rcray*)を論理0にリセットする. それ以外の場合は分散プロット950の次の位置 (*icray*, *rcray*)に移れる.

(b4) 上述のステップを位置全部について繰り返す.

【0021】上述のアルゴリズムにより図11の *Mscatter*1100が得られる. *Mscatter*1100は二次元分散プロット中の欠陥点の抽出に使えるマスク1110を含む. マスク1110の内側の点はすべて論理0である. 図12は分散プロット800に重畳したマスク1110を示す. マスクの外側のデータ点はすべて欠陥事後と判定する.

【0022】欠陥の抽出にマスク1110を用いる一つのアルゴリズムは次のとおりである.

マスクを用いた欠陥抽出アルゴリズム

(c1) 検体画像および基準画像の画素すべてについて、対応のグレースケール *icray*および *rcray*をそれぞれ計算する.

(c2) *Mscatter*1100の位置 (*icray*, *rcray*)が論理0であれば、それはその位置がマスクの内側にありしたがって欠陥事後はないことを示す. 検体画像および基準画像の次の画素について繰り返す.

(c3) *Mscatter*1100の位置 (*icray*, *rcray*)が論理1であれば、それはその位置がマスクの外側にあり欠陥があることを示す. 欠陥事後を報告する.

(c4) 検体画像および基準画像の画素すべてについて繰り返す.

【0023】添付の参考文献はこの発明の実施例のしかたの他の例を示す. この参考文献はこの発明の方法のコンピュータ言語によるソースコードを示す. このコードは欠陥検査システムに使用の形で結合したコンピュータもしくはプロセッサまたは欠陥検査システムの一部を構成するコンピュータもしくはプロセッサによって実行する. それらシステムがこのソースコード、演算結果として得られるプロット、マスクなどをコンピュータに格納可能なメモリに通常格納することはもちろんである. 表4はこの発明の方法の各ステップと上記参考文献のソースコードとの間の対応関係を示す.

表 4

C言語で示した機能	参考文献の頁番号	ステップ	注 釈
hist208	A/3	320	2D分散プロット
hist_208_open	A/3	340	形態素フィルタ
hist_208_rprofile	A/4	350	1Dプロファイルを抽出し
hist_208_fitbound	A/5	360, 370	移動平均を適用
hist_208_thresh	A/6	380	距離マージンおよびマスク
の			補正
			欠陥事後抽出にチェック (閾値比較)

図13乃至15はこの発明の方法の効果をさらに示す.

上述のアルゴリズムのステップ(c1)乃至(c4)を用いて分散プロット800上の欠陥を検出するように *Mscatter*1100を用いると、図13に示した欠陥マップ1300が得られる. なお、欠陥マップ1300は検体画像600(図6)の欠陥601を正しく特定している.

【0024】図14は直線1401および1402で画した所定の閾値を分散プロット800に適用した状態を説明する. 所定の閾値の利用は上記米国特許出願第09/355,517号に記載してあるので、図出願をさらに参照してその内容全体をこの説明書に組み入れる. 直

[첨부그림 7]

【1401および1402】に示されていない値は欠陥率と判定する。図13は上記所定の閾値を分散プロット800に適用して得られた欠陥マップを示す。なお、欠陥601の補正に至らない多数の類似欠陥が検出されていたことは注目されたい。

【1025】この明細書の記載は説明を目的とするものであって限定を意図するものではないことを理解されたい。この説明の範囲と本意を逸脱することなく多数の実形が可能である。この説明の範囲は特許請求の範囲の各請求項の文意のみによって解釈されなければならない。

【図1】従来の技術における欠陥検出方法の流れ図。

【図面】図1は従来の技術における欠陥検出方法の流れ図。

【図2】本発明の一実施例の方法の各ステップの説明図。

【図3】図4A-図4Cは本発明によるアライメントステップの説明図。

【図5】本発明による二次元分散プロットを示す図。

【図6】ウェーハから得られた検体画像を示す図。

【図7】ウェーハから得られた基準画像を示す図。

【図8】本発明による二次元分散プロットを示す図。

【図9A】図9の二次元分散プロットに形態学フィルタ処理を適用した結果を示す図。

【図9B】図9の二次元分散プロットに形態学フィルタ処理を適用した結果を示す図。

【図10A】本発明による一次元距離プロファイルを示す図。

【図10B】本発明による一次元距離プロファイルを示す図。

【図10C】本発明による一次元距離プロファイルを示す図。

【図11】本発明によるマスクを示す図。

【図12】フィルタ処理なしの二次元分散プロットに重畳したマスクを示す図。

【図13】適応型マスクを用いて得られたウェーハ欠陥マップを示す図。

【図14】フィルタ処理していない二次元プロットに重畳した所定の閾値を示す図。

【図15】所定の閾値を用いて得られたウェーハ欠陥マップを示す図。

【符号の説明】

図1

110 基準画像および検体画像を取り込む

120 画像を位置合わせする

130 差分画像(検体画像-基準画像)

140 計測、正規化、ヒストグラム作成

150 閾値比較

155 欠陥率を知らせる

図3

310 検体画像と基準画像とを取り込む

320 それら検体画像と基準画像とを位置合わせする

330 2D分散プロットを作成する

340 適当なフィルタ処理に掛ける

350 マスク形状境界を抽出する

360 感度マージンを加算する(オプション)

370 マスク形状をぼかす

380 2D分散プロットにマスクを適用する

390 欠陥を知らせる

200 ヒストグラム作成

410 検体画像

420 基準画像

411-416, 421-426 画像

431-436 位置合わせした画像位置

501 検体画像

600 検体画像

700 差分画像

800, 900 分散プロット

900 マスク形状

901 画像

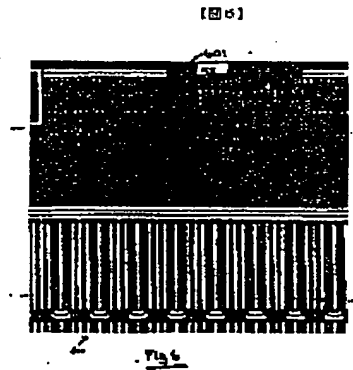
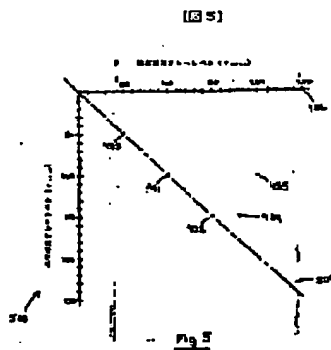
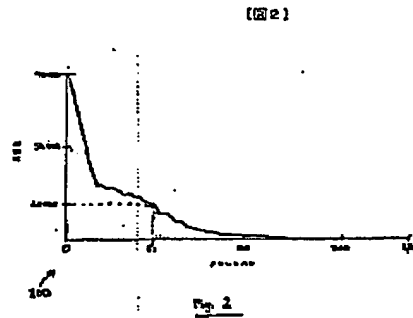
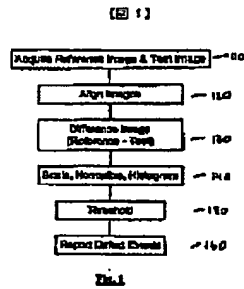
905, 907 閾値点

1000, 2000 距離プロファイル

1100 マスク

1300 欠陥マップ

[첨부그림 8]



[첨부그림 9]

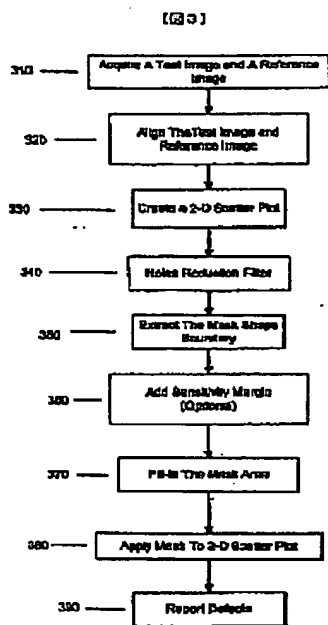
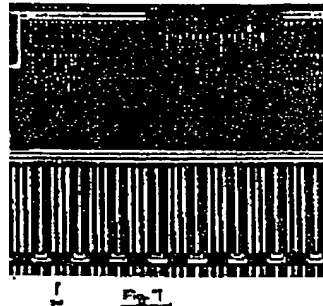
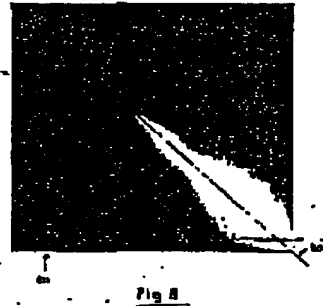


Fig. 3

[그림 7]



[그림 8]



[첨부그림 10]

[34]

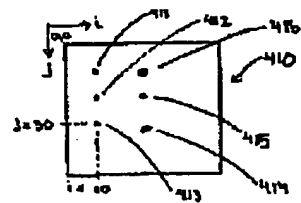


Fig. 4A

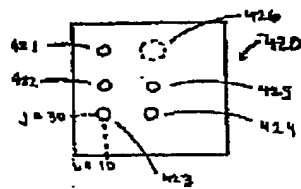


Fig. 4B

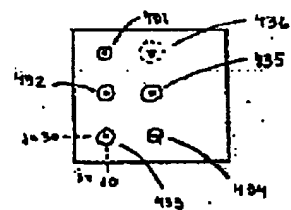


Fig. 4C

[첨부그림 11]

[圖 9A]

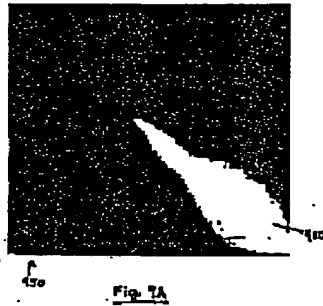


Fig. 9A

[圖 9B]

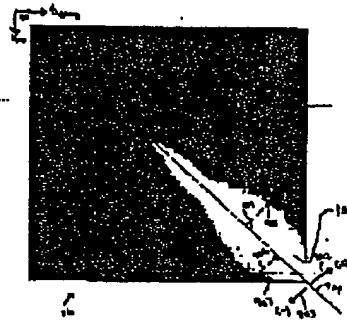


Fig. 9B

[圖 10A]

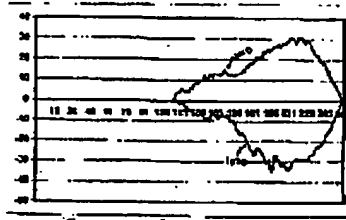


Fig. 10A

[圖 10B]

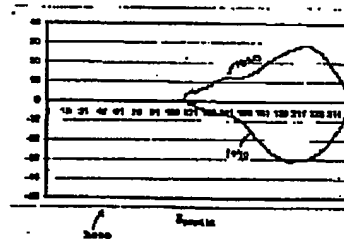


Fig. 10B

[圖 10 12]

[圖 1 0 0]

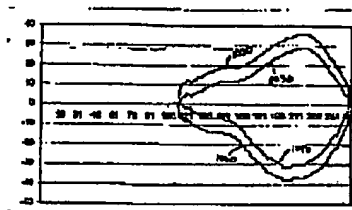


Fig. 100

[圖 1 1]

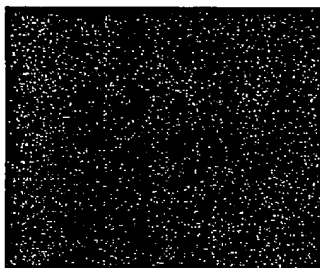


Fig. 11

[圖 1 2]

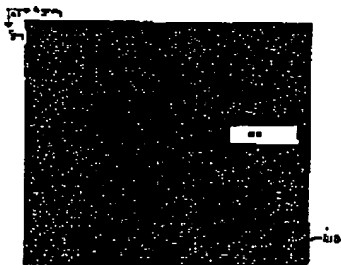


Fig. 12

[圖 1 3]

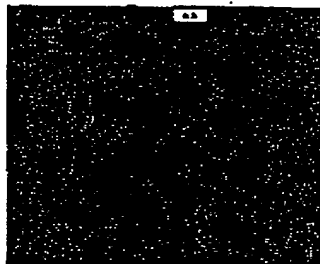


Fig. 13

[첨부그림 13]

[도 14]

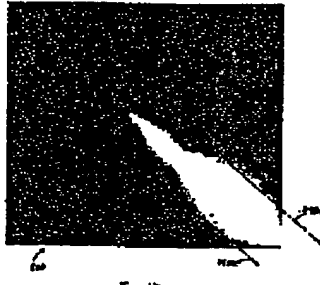


Fig. 14

[도 15]

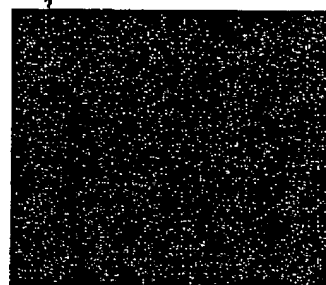


Fig. 15

【平紋修正部】

【提出日】平成12年8月9日(2000. 8. 9)

【平紋修正1】

【修正対象画像名】明暗画

【修正対象項目名】0011

【修正方法】変更

【修正内容】

【0011】ステップ020を図4A乃至図4Cにさらに修正を加える。図4Aは画像411-416を含む領域画像410を示す。これらの画像の各々は画像上の位置とグレーレベルとによって区別される。例えば、画像413は $i=10$, $j=30$ (すなわち(10, 30))の位置にある。画像413のグレーレベルはこの図解では50としてある。表1は領域画像410の上記画像の各々についての座標位置およびグレーレベルを示し、表2は領域画像420の画像421-426の各々についての座標位置およびグレーレベルを示す。

表 1

画 素	座 標 (i, j)	グ レー レベル
411	(10, 30)	100
412	(10, 30)	150
413	(10, 30)	50
414	(10, 30)	100
415	(10, 30)	150
416	(10, 30)	200

表 2

画 素	座 標 (i, j)	グ レー レベル
421	(10, 30)	100
422	(10, 30)	150
423	(10, 30)	50
424	(10, 30)	100
425	(10, 30)	150
426	(10, 30)	200

図4Cは領域画像410と領域画像420との位置合わせを図解する。位置合わせした画像位置431は画像411および421を含み、位置合わせした画像位置432は画像412および422を含み、以下同様となる。

【平紋修正2】

【修正対象画像名】明暗画

【修正対象項目名】0012

【修正方法】変更

【修正内容】

【0012】領域画像と領域画像とを位置合わせする

[첨부그림 14]

と、両面画像の面画対面画対応が明瞭となる。図4C画像からの一つの面画のグレーレベルを面画画像の中の対応の面画のグレーレベルと対応させて位置合わせずみの各面画位置につきプロットすることによって、二次元(2D)分散プロットを作成する(図5、ステップ300)。図4Cを例として用いて述べると、面画411のグレーレベルを面画421のグレーレベルと対応させて

プロットし、面画412のグレーレベルを面画422のグレーレベルと対応させてプロットし、以下同様とする。位置431-436についてステップ330を実行すると図5に示すデータが得られる。その結果得られた二次元分散プロット500を図5に示す。

表 3

位置合わせずみの面画位置	面画画像データ	面画画像データ	面画画像データ
431	100	100	(100,100)
432	150	150	(150,150)
433	50	50	(50,50)
434	100	100	(100,100)
435	100	100	(100,100)
436	100	100	(100,100)

表3は位置合わせずみの面画位置434、435および436が各様なグレーレベルを呈し、したがって欠陥の存在を示していることを表す。一方、位置合わせずみの面画位置431、432および433は、これら位置における両面画像および面画画像のグレーレベルが等しいので、欠陥ではない。分散プロット500(図5)は欠陥の存在に関する情報をもたらす。互いに等しいグレーレベルの位置合わせずみ面画位置はすべて分散プロット500において仮想直線501により表示できる。仮想直線1の両端は、図4C画像のグレーレベルが面画画像中の対応面画のグレーレベルに等しいので、1である。プロットされる位置が仮想直線501から離れるほどグレーレベルの偏りが大きくなり、その位置に欠陥が存在する確率が上がる。分散プロット500において、位置434、435および436は仮想直線501沿いになく欠陥の存在を示している。この説明書においては、二次元(2D)分散データの座標を面画画像位置座標(1,1)から区別するために(Gray, Gray)で表示する。例えば、位置合わせずみ面画位置

435は位置(200,100)の2D分散プロットデータ点として定まる。

【事項修正3】

【修正対象事項名】 明細書

【修正対象項目名】 0023

【修正方法】 変更

【修正内容】

【0023】 添付の参考資料はこの発明の実施例のしかたの他の例を示す。この参考資料はこの発明の方法のプログラム言語によるソースコードを示す。このコードは欠陥検査システムに使用の形で結合したコンピュータもしくはプロセッサまたは欠陥検査システムの一部を構成するコンピュータもしくはプロセッサによって実行する。それらシステムがこのソースコード、実行結果として得られるプロット、マスクなどをコンピュータに読取可能なメモリに通常蓄積することはもちろんである。表4はこの発明の方法の各ステップと上記参考資料のソースコードとの間の対応関係を示す。

[첨부그림 15]

표 4

구분 구분명	구분 구분명	구분 구분명	구분 구분명
Min_200	4/3	200	200분간프로트
Min_200_sch	4/3	200	가동시간프로트
Min_200_ChiefD	4/4	200	10프로트출력출력
Min_200_Head	4/3	200, 200	가동시간프로트출력출력
Min_200_Head	4/3	200	가동시간프로트출력출력

표 10乃至15はこの発明の方法の効果をさらに示す。
上述のアルゴリズムのステップ(1)乃至(4)を用いて分散プロット800上の欠陥を検出するようにM
score 100を用いると、図13に示した欠

陥マップ1300が得られる。なお、欠陥マップ1300は検出された欠陥(図13)の欠陥を正しく特定している。

[手続補正書]

[提出日] 平成12年12月4日(2000.12.

[補正方法] 変更

4)

[補正内容]

[手続補正1]

[補正対象項名] 図面

[補正対象項目] 全図

[図2]

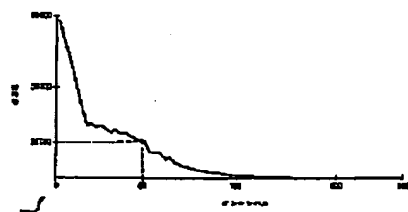


FIG. 2

[図5]

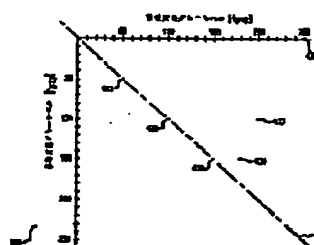


FIG. 5

[첨부그림 16]

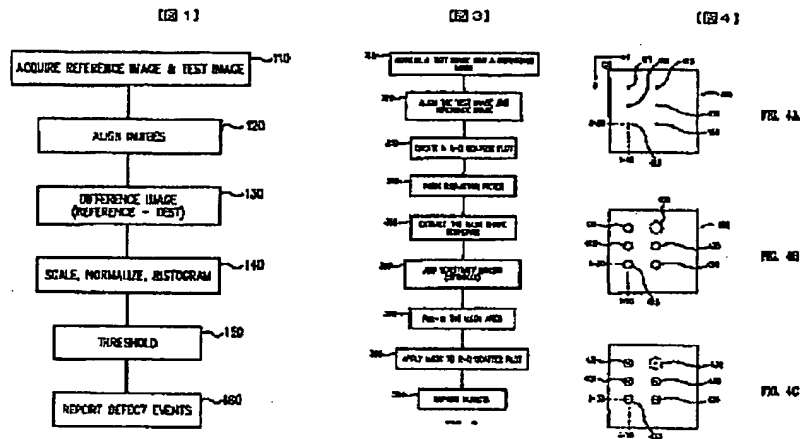
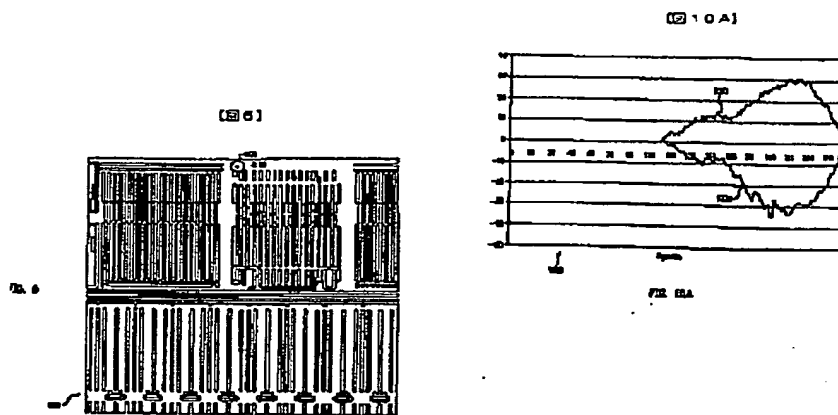
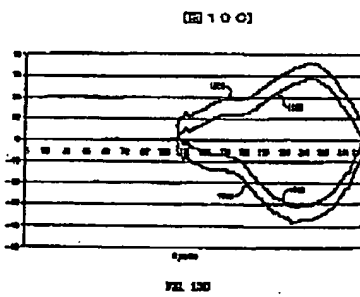
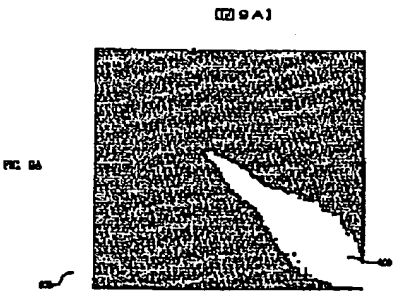
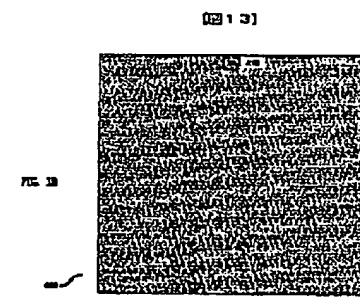
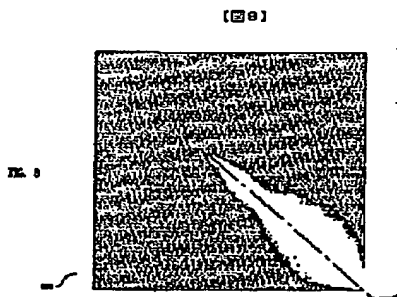
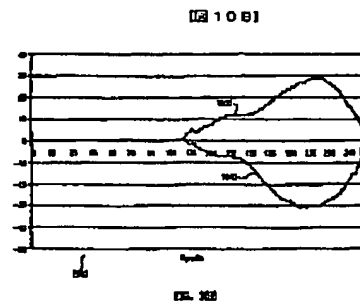
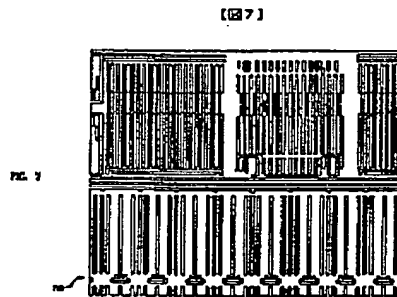


FIG. 1

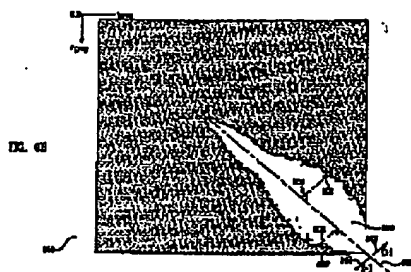


[첨부그림 17]

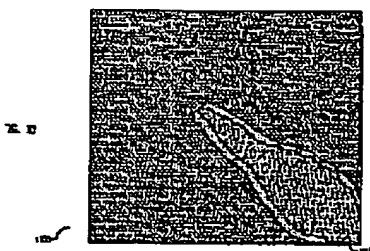


[첨부그림 18]

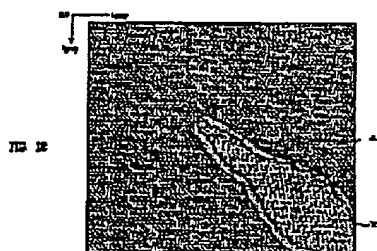
[298]



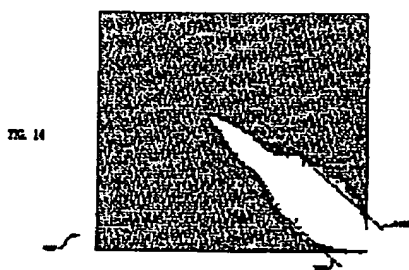
[211]



[212]



[214]



[첨부그림 19]

[215]



フロントページの続き

(51)Int.Cl.7

識別記号

F I

テーマコード (参考)

G06T 7/00

200

H01L 21/66

J

H01L 21/66

G01N 23/225

F

// G01N 23/225

G01B 11/24